

УДК 593.94:551.468(268.4)

*Е.А. Стратаненко**, *С.Г. Денисенко***

**БИОРАЗНООБРАЗИЕ ОФИУР
В АРКТИЧЕСКИХ МОРЯХ РОССИИ¹**

* «ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга, kittystatanenko@mail.ru;

** Зоологический институт РАН

E.A. Stratanenko, S.G. Denisenko

**BIODIVERSITY OF BRITTLE STARS
IN THE RUSSIAN ARCTIC SEAS**

Статья посвящена изучению видового разнообразия и особенностей распределения представителей класса *Ophiuroidea*, хорология и биология которых в арктических морях изучены крайне слабо. По материалам Зоологического института РАН для российской Арктики выявлено 19 видов, относящихся к 14 родам, 6 семействам и 2 отрядам. Благодаря своей многочисленности офиуры должны иметь существенное значение в общей экономике моря. Проведенное исследование уточняет особенности их биоразнообразия, обособленность и сходство фаун в различных морях.

Ключевые слова: биоразнообразие, распределение, находки, закономерности.

The article is devoted to the study of biodiversity and spatial distribution of the *Ophiuroidea* species, which biology and ecology are poorly studied in the Arctic seas. On the base of materials belonging to the Zoological Institute of RAS we identified 19 species of ophiuroids belonging to 14 genera, 6 families and 2 orders in the Russian Arctic. The features of ophiuroids biodiversity, isolation and similarity of their faunas in different seas are considered.

Keywords: biodiversity, distribution, occurrence, patterns.

Общеизвестно, что значительная часть Российской Федерации омывается арктическими морями. В последние десятилетия в связи с интенсивным освоением шельфовой зоны северных морей возросла и потребность в более точных и полных научных данных об экосистемах в этих районах. Фауна морей российской Арктики с разной степенью интенсивности исследуется уже более полутора столетий. Всеобъемлющие экспедиционные работы по изучению донной фауны региона проводились российскими и советскими учеными на судах «Андрей Первозванный» (1900 г.), «Таймыр» и «Вайгач» (1911–1914 гг.), «Ф. Литке» (1929 г.), «Дальневосточник» (1932 г.), «Сибиряков» (1932 г.), «Красноармеец» (1933 г.), «Красин» (1935 г.), «Северный полюс» (1946 г.), экспедицией ЗИН АН СССР (1973 г.) под руководством А.Н. Голикова, а также на судах «Дальние Зеленцы» (1982–2003 гг.), «Помор» (1982–1988 гг.), «Полярштерн» (1993, 1995, 1998 гг.); «И. Киреев» (1993 г.), «Профессор Мультиановский» (1994 г.), «Я. Смирницкий» (1995 г.), «Профессор Хромов» (2004–2012 гг.) и др. Вместе с тем суровые климатические условия и удаленность от основных научных центров до сих пор не позволяют вывести эти исследования на необходимый уровень.

¹ Материалы 5-й Международной конференции молодых ученых НАСИ.

В донных сообществах арктических морей в качестве доминирующих форм весьма обычны офиуры – змеехвостки (класс *Orphiuroidea*), принадлежащие к типу иглокожих (*Echinodermata*) и представленные в Арктических морях по традиционной классификации двумя отрядами – *Euryalae* и *Ophiuracae*, некоторые виды которых нередко образуют значительные скопления [3].

В питании большинства офиур преобладает детрит, но часто в их рационе присутствуют и мелкие донные животные, а у некоторых – даже планктонные организмы. Благодаря своей многочисленности офиуры должны иметь существенное значение в общей экономике моря – и как хищники, поедающие множество мелких морских организмов, и как объекты питания различных донных рыб (камбалы, тресковые) и ракообразных (крупные крабы).

Офиуры – обычные обитатели морского дна, но несмотря на частую встречаемость и обилие закономерности их распределения изучены весьма неполно. Они плохо облавливаются количественными орудиями лова (дночерпателями) [2], и поэтому значительная часть сведений об их распространении получена посредством траловых и дражных ловов. Высокая чувствительность иглокожих к изменениям солености и большие вариации температуры в арктических морях позволяют полагать, что основными факторами, воздействующими на распределение офиур в Арктике, являются именно температура и соленость, которые должны влиять на видовое разнообразие фауны и количественную представленность конкретных видов.

Основной задачей настоящей работы является обобщение результатов бентосных сборов, выполненных преимущественно отечественными исследователями в 1900–2012 гг. с целью оценки видового разнообразия и закономерностей распределения фауны офиур в морях российской Арктики. Рассчитаны различные показатели разнообразия и оригинальности *Ophiuroidea* в регионе.

Методы исследований

Нами проанализированы каталоги находок офиур, хранящихся в Лаборатории морских исследований ЗИН РАН, а также опубликованные списки видов для всех морей российской Арктики [5, 6, 7, 8, 11]. На основе анализа распределения *Ophiuroidea* даны биогеографические характеристики отдельных видов. Помимо общего количества видов, которое зависит от количества собранных проб, в качестве показателей разнообразия при помощи компьютерных программ PAST 3 [12] и EstimateSWin910 [10] построены кривые накопленного количества видов в зависимости от количества пойманных особей с использованием экстраполяции. Кроме того рассчитано таксономическое разнообразие [9], родовой коэффициент [4, 13], прогнозируемое количество видов [1, 4] и соотношение авто/аллохтонных представителей фауны [4]. Сходство видового состава фаун офиур в разных морях оценивалось посредством метрики Пирсона с последующим построением MDS-диаграмм.

Результаты и обсуждение

Для морей российской Арктики по архивным материалам отечественных экспедиций и литературным данным были выявлены следующие представители класса *Ophiuroidea*:

- сем. Amphiuridae – *Amphiodia craterodmeta*, *Amphipholis murmanica*, *A. torelli*, *Amphiura borealis*, *A. sundevalli*;
- сем. Gorgonocephalidae – *Gorgonocephalus arcticus*, *G. lamarckii*;
- сем. Ophiacanthidae – *Ophiacantha bidentata*;
- сем. Ophiuridae – *Ophiocten sericeum*, *Ophiopleura borealis*, *Ophiostriatus striatus*, *Ophiura albida*, *O. robusta*, *O. sarsii*, *O. maculata*, *Stegophiura nodosa*;
- сем. Ophiactidae – *Ophiopholis aculeata*, *Ophiopus arcticus*;
- сем. Ophiomyxidae – *Ophioscolex glacialis*.

Всего 19 видов, относящихся к 14 родам, 6 семействам и 2 отрядам (табл.).

Наиболее многочисленны в арктических морях находки видов из семейств *Ophiuridae* и *Ophiacanthidae*. Представители обоих семейств отмечены во всех морях, за исключением Восточно-Сибирского, где виды, принадлежащие второму семейству, отсутствуют. Представители двух других семейств (*Ophiactidae* и *Ophiomyxidae*) были отмечены в основном в западном секторе российской Арктики, хотя распространение *Ophiomyxidae* не ограничивается шельфовой зоной, а простирается до центральной Арктики, тогда как *Ophiactidae* обнаружены только в Баренцевом море. Наименьшее количество находок зарегистрировано для представителей семейств *Gorgonocephalidae* и *Amphiuridae*, которые обитают во всех исследуемых морях, но большая часть их сборов приходится на западную и центральную Арктику.

Согласно зарубежным источникам, в Баренцевом море (район юго-западного Шпицбергена) также могут обитать представители сем. *Amphiuridae* (*Amphipholis squamata*); сем. *Ophiocomidae* (*Ophiocomina nigra*); сем. *Ophiotrichidae* (*Ophiotrix fragilis*); сем. *Ophiuridae* (*Ophiocten gracilis*) [11]. В Чукотском море – представитель сем. *Ophiuridae* (*Amphiophiura pachyplax*) [8]. Однако из-за отсутствия в коллекциях ЗИН РАН экземпляров из названных районов перечисленные виды пока не могут быть включены в общий список находок.

Прогнозное количество видов во всех морях, кроме Баренцева, оказалось больше фактически зарегистрированного, и поэтому фауна офиур данного водоема может рассматриваться как автохтонная, в то время как фауны остальных морей – как испытывающие аллохтонное влияние на видовом уровне. Об этом же свидетельствует заметно более низкий родовой коэффициент фауны офиур в Баренцевом море.

Таксономическое разнообразие, учитывающее количество находок разного таксономического ранга [9] в отдельных морях, показывает (см. табл.), что наиболее разнообразна по этому показателю фауна офиур Баренцева моря, а наименее – Белого, Восточно-Сибирского и Чукотского. Наибольшей таксономической выраженностью [9] обладает фауна Карского моря, в меньшей степени – Баренцева, Восточно-Сибирского и Чукотского. Наименьшая таксономическая выраженность свойственна фауне Белого и моря Лаптевых.

Распределение находок *Ophiuroidea* по морям (рис. 1) показывает, что наиболее изучена фауна офиур западного сектора российской Арктики, тогда как центральная и восточная части изучены в меньшей степени. Кроме того, общая картина распределения представителей класса *Ophiuroidea* указывает на снижение их встречаемости в распресненных районах сибирских морей.

Таксономические спектры фауны офиур в морях российской Арктики

Таксоны и показатели	Моря					
	Белое	Баренцево	Карское	Лаптевых	В.-Сибирское	Чукотское
Виды	6	16	11	9	10	9
Прогноз	5,7	15,3	14	11	12,3	11
Роды	4	11	10	8	9	8
Семейства	3	6	6	5	5	5
Отряды	1	2	2	2	2	2
РК*	0,67	0,69	0,91	0,89	0,90	0,89
Алло/автохтонность**	0,06	0,04	-0,27	-0,22	-0,23	-0,22
Таксономическое разнообразие	2,06	2,41	2,39	2,16	2,08	2,04
Таксономическая выраженность	2,74	2,79	2,89	2,72	2,79	2,80

Примечания: * РК – отношение количества родов к общему количеству видов в них. ** Алло/автохтонность – (количество видов – прогноз количества видов)/количество видов.

Биогеографический состав фауны офиур в разных морях далеко не одинаков. Основу фауны во всех морях составляют бореально-арктические виды. Наиболее разнообразен биогеографический состав офиур Баренцева моря, где наряду с арктическими видами присутствуют и бореальные (рис. 2). Самая бедная в биогеографическом отношении фауна Белого моря, где зарегистрированы только бореально-арктические формы, затем следуют Чукотское и Восточно-Сибирское моря, в которых уже появляются высокобореально-арктические виды. В Баренцевом, Карском и море Лаптевых к ним добавляются и чисто арктические офиуры.

Многомерное шкалирование наших данных показало разную степень сходства фаун офиур для различных морей (рис. 3, слева). Взаимное расположение точек, маркирующих отдельные моря, позволяет сделать вывод о том, что при продвижении с запада на восток фауна водоемов меняется постепенно, и наибольшие накопленные различия в видовом составе наблюдаются между Баренцевым и Чукотским морями. В то же время фауна Белого, внутреннего котловинного, моря резко отличается от всех остальных морей из-за его ограниченного сообщения с Баренцевым морем, не говоря уже о других морях.

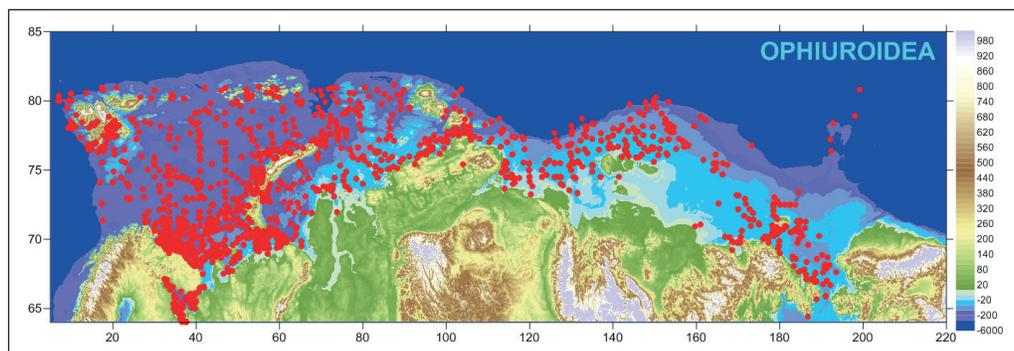


Рис. 1. Общая карта распределения находок офиур в Арктических морях

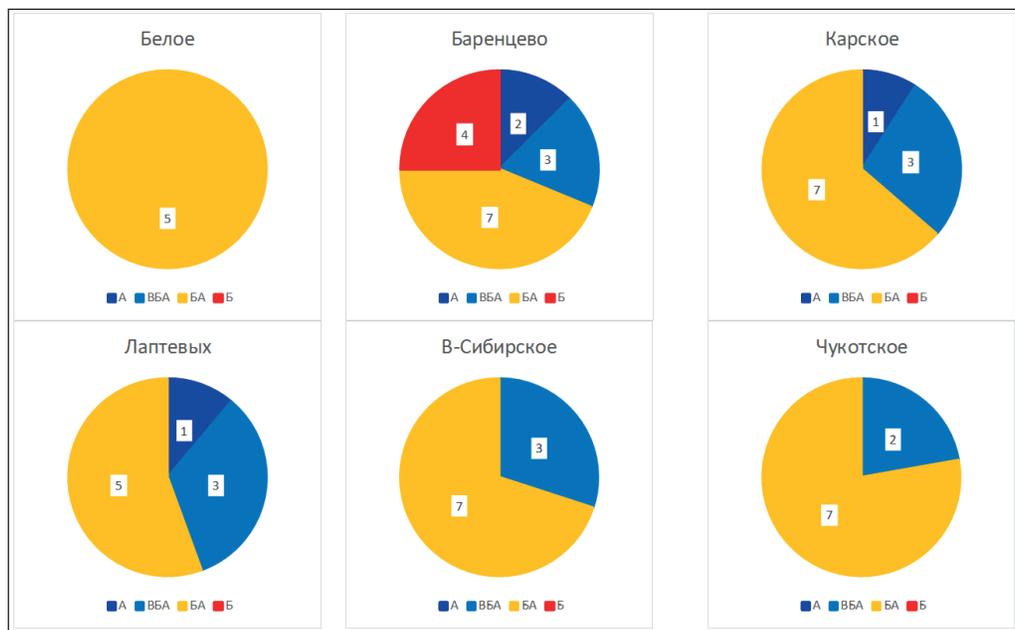


Рис. 2. Биогеографический состав фауны офиур арктических морей России (А – арктические виды; ВБА – высокобореально-арктические; БА – бореально-арктические; Б – бореальные)

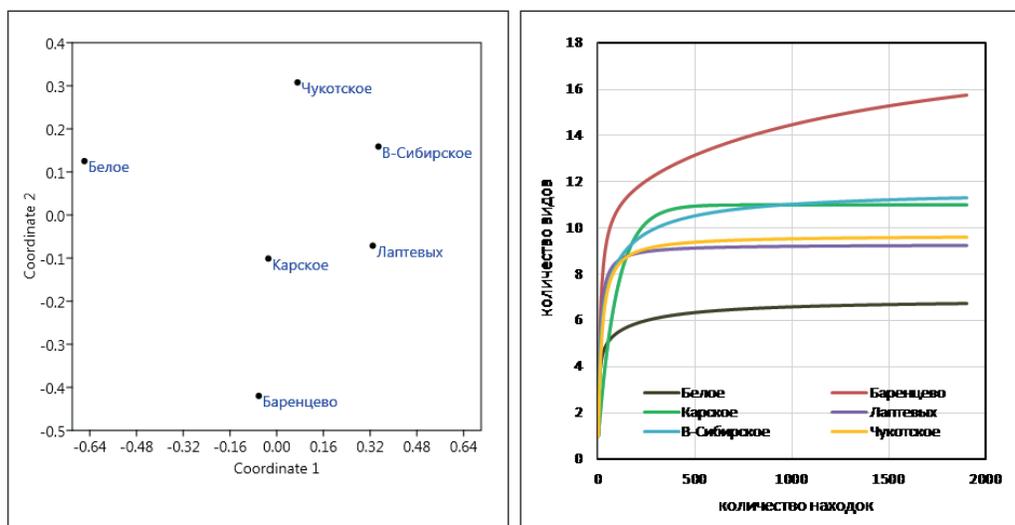


Рис. 3. MDS-диаграмма сходства фаун офиур (слева) и кумулятивное количество видов в зависимости от количества находок в морях российской Арктики (справа)

Интересно, что по биоразнообразию, оцененному как кумулятивное количество видов в зависимости от количества находок, все моря разделяются на три группы (см. рис. 3, справа). В первую входит Баренцево море, с наиболее богатой фауной офиур, во вторую – Белое море, с наименее богатой фауной, а в третью – Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря, фауна которых представлена 9–11 видами офиур. При этом Карское и Восточно-Сибирское моря образуют одну подгруппу, а Лаптевых и Чукотское – другую.

Литература

1. Голиков А.Н. О количественных закономерностях процесса дивергенции // Гидробиологические ис-ния самоочищения водоемов. – Л., 1976. – С. 90–96.
2. Денисенко С.Г., Луппова Е.Н., Денисенко Н.В. и др. Количественное распределение бентоса и структура донных сообществ на Приновоземельском шельфе Баренцева моря – Среда обитания и экосистемы Новой Земли (архипелаг и шельф). – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1995. – С. 66–79.
3. Дьяконов А.М. Офиуры (змеехвостки) морей СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 137 с.
4. Мальшев Л.И. Зависимость флористического богатства от внешних условий и исторических факторов // Ботан. журнал, 1969. Т. 54. № 8. – С. 1137–1147.
5. Смирнов А.В., Смирнов И.С. Иголкожие Восточно-Сибирского моря // Исследования фауны морей. Т. 49 (57): Фауна Восточно-Сибирского моря. Часть III / под ред. А.Н. Голикова. – СПб: ЗИН РАН, 1994. – С. 131–182.
6. Смирнов А.В., Смирнов И.С. Новые находки иглокожих в море Лаптевых (по материалам экспедиций 1993–1998 гг.) // Исследования фауны морей, Т. 56 (64): Морские беспозвоночные Арктики, Антарктики и Субантарктики / под ред. Б.И. Сиренко, С.В. Василенко. – СПб.: ЗИН РАН, 2006. – С. 93–147.
7. Список видов свободноживущих беспозвоночных евразийских морей и прилежащих глубоководных частей Арктики / Сиренко И.Б., Бужинская Г. Н. и др. – СПб.: ЗИН РАН, 2001. – С. 129.
8. Benthic Ecology of the Burger and Klondike Survey Areas, 2009.
9. Clarke, K.R. & Warwick, R.M. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. Journal of Applied Ecology. 1998. Vol. 35. P. 523–531.
10. Colwell R.K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
11. Distribution of marine benthic macroorganisms in Norway, Brattegard, T&T Holthe, a tabulated catalogue 2001-3, 409 pp.
12. Hammer Ø., Harper D.A.T. and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9 pp.
13. Krugl A.Z, Jablonski I D., Valentine J.W. Species-genus ratios reflect a global history of diversification and range expansion in marine bivalves – Proc. R. Soc. B doi:10.1098/rspb.2007. 1729 Published online.